

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 1 (1946)
Heft: 2

Artikel: Turbine contra Kolbenmotor
Autor: Richardson-Male, I.I.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-653390>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.12.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Turbine *contra* Kolbenmotor

Von I. I. Richardson-Male

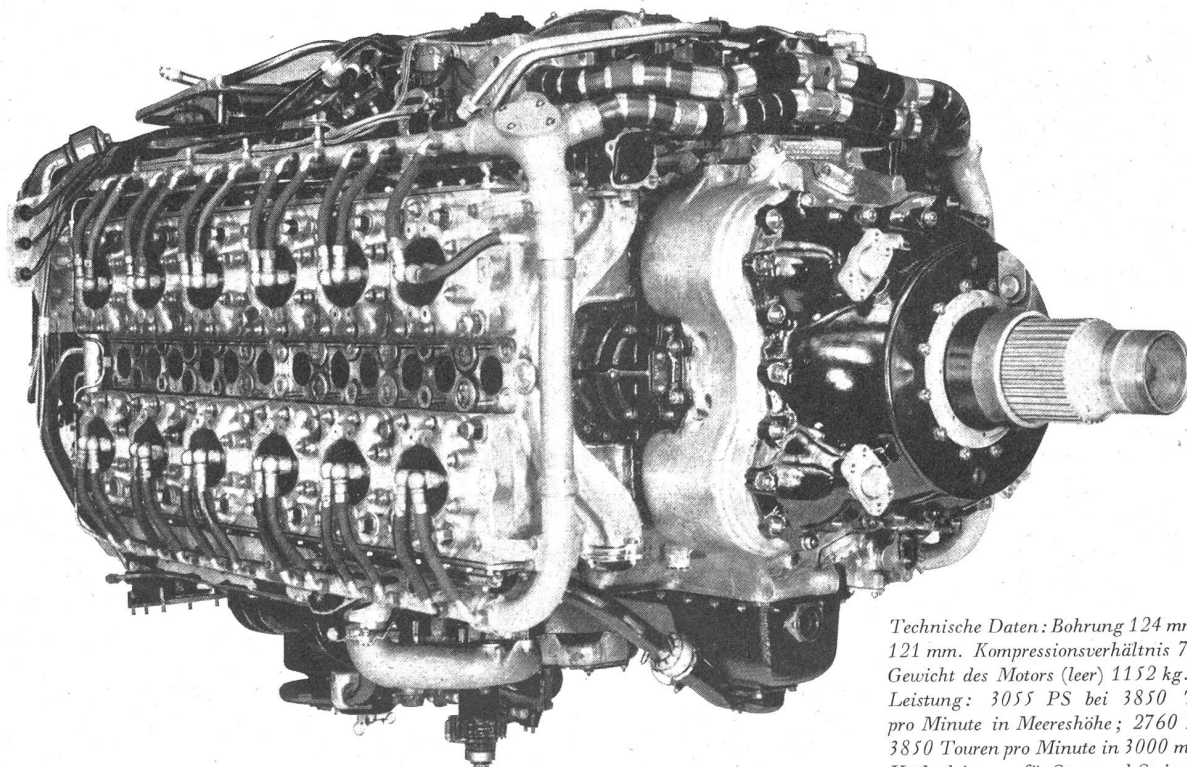
Seit etwa 40 Jahren leistet der Verbrennungsmotor der Luftfahrt große Dienste. Von den schwachen, verhältnismäßig schweren Motoren, mit denen die ersten Flugzeuge ihre bescheidenen Hüpfen machten, bis zu den Hochleistungstriebwerken, die mehrere hundert Betriebsstunden ohne große Überholung arbeiten können, hat sich eine gewaltige Entwicklung vollzogen, an der die tüchtigsten Forscher aller großen Länder auf den verschiedensten Zweigen der Wissenschaft und der Technik mitgearbeitet haben. Heute, nach 40 Jahren angestrengtester Entwicklungsarbeit, für die von den Motorenfabriken aller bedeutenden Länder und auch von den Staaten selbst Unsummen ausgegeben wurden, wird verkündet, daß die beste Zeit des Kolbenmotors – oder wie man ihn auch scherzhaft nennt: des guten alten «Hin und Her» – bereits überschritten sei, und daß er für die Zukunft nicht mehr viel zu bestellen habe. Wie ist nun die Situation?

Die letzten neun Jahre, besonders die sechs Kriegsjahre, haben die Flugmotorenkonstrukteure in aller Welt vor schwersten Aufgaben gestellt. Im Jahre 1937 war ein Motor mit 1000 PS noch etwas Besonderes, und jede weitere Leistungssteigerung um 50 oder 100 PS wurde als höchst bemerkenswert registriert. Aber die Forderungen wurden weiter gesteigert. Kostspielige Forschung und nicht weniger

kostspielige empirische Arbeit brachten es schließlich zuwege, daß in den ersten Kriegsjahren die Grenze von 2000 PS erreicht wurde. Heute sind wir bei 3000 PS angekommen, und Kolbenantriebe von noch größeren Leistungen bis zu 5000 PS werden angekündigt.

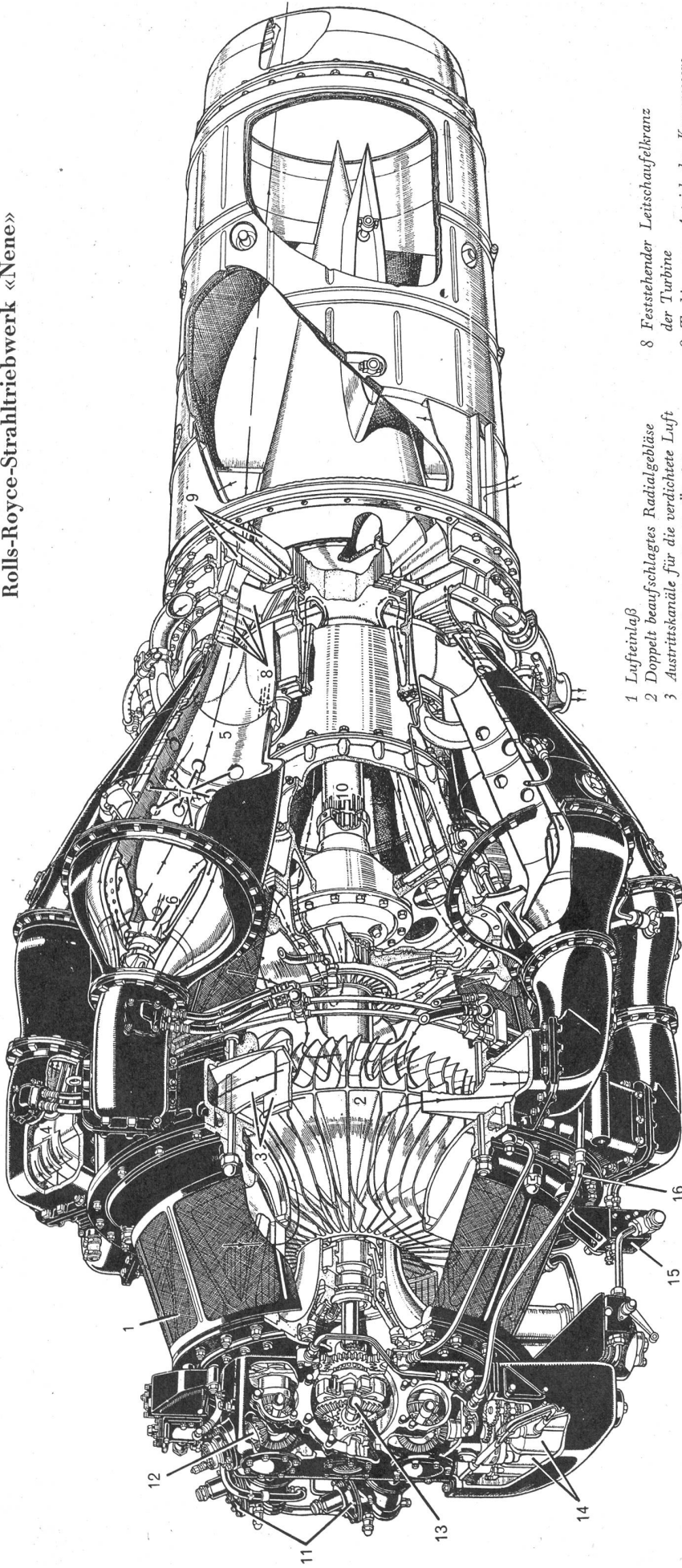
Leider kann bei einem Kolbenmotor die Leistung nicht einfach dadurch vergrößert werden, daß die Zylinder größer gewählt werden. Da die Verbrennung des Kraftstoffes im Zylinder selbst erfolgt und die hierbei frei werdende Wärme nur zu einem Teil in Arbeit umgesetzt werden kann, muß ein Teil der Verbrennungswärme – rund ein Drittel – durch die Zylinderwände nach außen abgeführt werden. Je größer der Zylinderinhalt wird, desto kleiner wird aber im Verhältnis zum Zylindervolumen die Oberfläche, von der die überschüssige Wärme abgeführt werden muß. Dieser Zusammenhang ist mathematisch bedingt, so daß es keine Abhilfe gibt. Daß die Entwicklung trotzdem noch weitergehen konnte, war auf verschiedene Kunstgriffe zurückzuführen. So wurde z. B. die Kühlung durch größere Ober-

Der Napier «Sabre» ist einer der stärksten Kolbenmotoren der Welt und wurde durch verschiedene Verbesserungen im Laufe der Jahre auf eine Maximalleistung von 3000 PS gebracht. Ein Wunderwerk der Technik, zugleich aber auch ein kompliziertes, teures und empfindliches Gebilde.



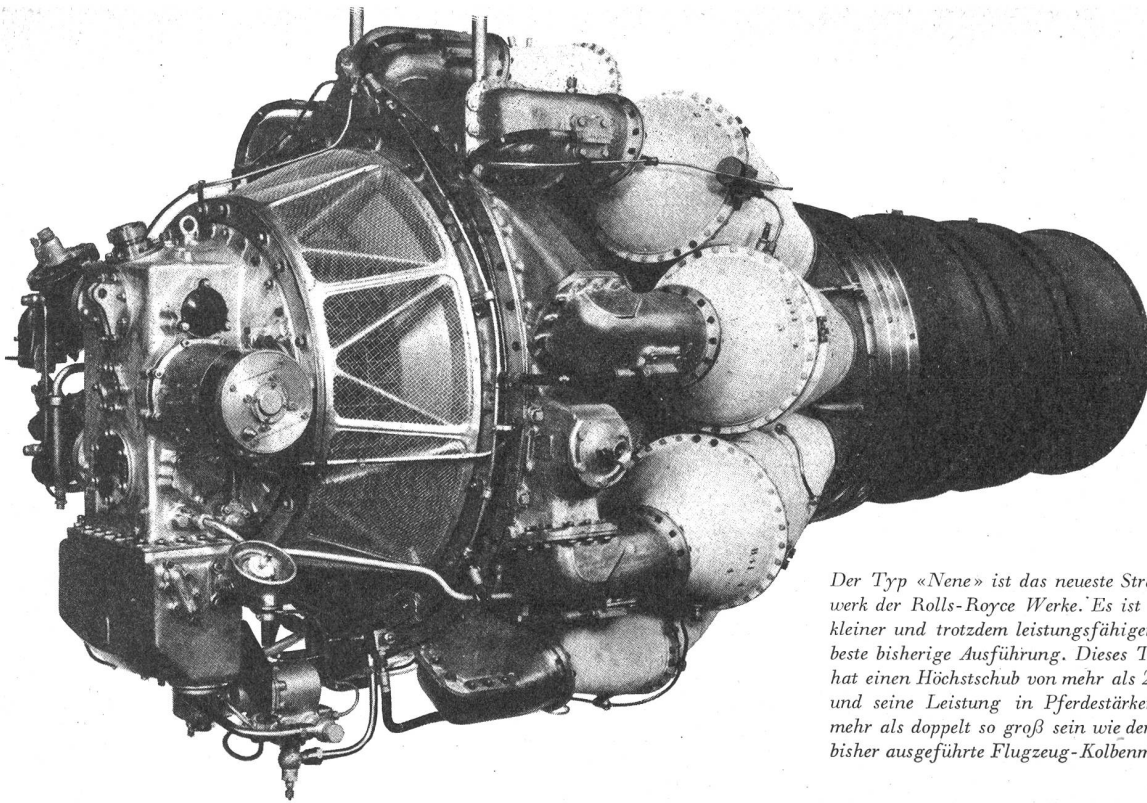
Technische Daten: Bohrung 124 mm, Hub 121 mm. Kompressionsverhältnis 7,0 : 1. Gewicht des Motors (leer) 1152 kg. Leistung: 3055 PS bei 3850 Touren pro Minute in Meereshöhe; 2760 PS bei 3850 Touren pro Minute in 3000 m Höhe, Höchstleistung für Start und Steigen (mit Wassereinspritzung) 3000 PS.

Rolls-Royce-Strahltriebwerk «Nene»



- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Lufteinlaß | 8 | Feststehender Leiterschaukelkranz der Turbine |
| 2 | Doppelt beaufschlagtes Radialgebläse | 9 | Turbine zum Antrieb des Compressors |
| 3 | Austrittskanäle für die verdichtete Luft | 10 | Kupplung der (beiden) Wellen von Turbine und Kompressor |
| 4 | Umlenktaufeln für die Überleitung der verdichteten Luft in die Brennkammern (insgesamt 9) | 11 | Brennstoffpumpen |
| 5 | Brennkammer | 12 | Getriebe für den Antrieb von Hilfsmaschinen |
| 6 | Einspritzdüse für den Brennstoff (gereinigtes Petroleum) | 13 | Getriebe für den Antriebmotor |
| 7 | Löcher in der inneren Blechwandung für den teilweisen Übertritt der Luft aus dem Brennraum umschließenden Kühlluftmantel zu den Verbrennungsgasen | 14 | Filter im Schmierölkreislauf |
| | | 15 | Ventil zur Regelung des Brennstoffdruckes |
| | | 16 | Schmierölleitung |

Zeichnung aus «The Aeroplane»



Der Typ «Nene» ist das neueste Strahltriebwerk der Rolls-Royce Werke. Es ist leichter, kleiner und trotzdem leistungsfähiger als die beste bisherige Ausführung. Dieses Triebwerk hat einen Höchstschub von mehr als 2000 kg, und seine Leistung in Pferdestärken dürfte mehr als doppelt so groß sein wie der stärkste bisher ausgeführte Flugzeug-Kolbenmotor.

fläche der Kühlrippen und zweckmäßigere Führung der Kühlluft verbessert, die Leistungsabgabe wurde durch höhere Verdichtung gesteigert, die Beanspruchung der Motorenteile durch Wahl besserer Werkstoffe erhöht und die Füllung der Zylinder durch mechanisch angetriebene oder durch von Abgasturbinen angetriebene Gebläse verbessert. Bei allen diesen und noch anderen Auswegen ist man aber jetzt ziemlich am Ende angelangt, so daß mehr als 80 bis 110 PS für Dauerbeanspruchung kaum in einem Zylinder unterzubringen sind. Bei gegebener Zylinderzahl scheint also tatsächlich der Höhepunkt der Entwicklung erreicht zu sein.

Der einzige Ausweg, der nun noch verbleibt, ist die Vergrößerung der Zylinderzahl. Grundsätzlich bieten sich zwei Möglichkeiten: entweder durch Zusammenfassen mehrerer Reihenmotoren zu «einer Einheit» oder durch Aneinanderreihen mehrerer Sternmotoren. In dieser Richtung arbeiten heute verschiedene Firmen. Die englische Motorenfabrik Napier z. B. hat vier Sechszylinder-Motoren zusammengefaßt, von denen je zwei einander horizontal gegenüberliegen und eine gemeinsame Kurbelwelle haben. Diese beiden Gruppen sind übereinander angeordnet und arbeiten über ein Getriebe auf die Antriebswelle. Auf diese Weise entstand ein 24-Zylinder-Motor in H-Form, der 3000 PS leistet und sich in Jagdflugzeugen ausgezeichnet bewährt hat. In ähnlicher Weise hat die französische Firma Mathis 7 Sechszylinder-Motoren zusammengefaßt und somit einen 42-Zylinder-Motor entwickelt, der bei Probelaufen 3000 PS leistete und in einer vergrößerten Ausführung auf 5000 PS kommen soll. Die amerikanischen Motorenfabrik Pratt & Whitney,

die durch ihre Doppelsternmotoren von $2 \times 7 = 14$ und $2 \times 9 = 18$ Zylindern bereits viel Erfahrung in der fabrikmäßigen Herstellung von Hochleistungstriebwerken besitzt, ist kürzlich mit einem 28-Zylinder-Motor herausgekommen, der aus 4 hintereinander angeordneten Sternmotoren von je 7 Zylindern besteht und 3000 PS leistet.

Wenn auch solche Schöpfungen der Technik hohe Anerkennung verdienen, weil sie unzähligen Schwierigkeiten zum Trotz verwirklicht wurden und ein ungeheures Maß an Wissen und Erfahrung verkörpern, so darf doch nicht übersehen werden, daß es sich um außerordentlich komplizierte Gebilde handelt, für die mitunter eine mehrjährige Entwicklungsarbeit geleistet werden muß, bis sie fabriktionsreif sind. Eine ausländische Fachzeitschrift bemerkte zu dieser Entwicklungsrichtung bissig, daß nur ein Zündkerzenfabrikant an der Verwendung eines Motors mit so vielen Zylindern im praktischen Flugbetrieb Interesse haben könne.

Vermutlich würde aber über diesen Punkt gar nicht diskutiert werden, wenn nicht im Laufe der letzten Jahre in den Rückstoßtriebwerken sowie in den auf den Propeller wirkenden Gasturbinen den Kolbenmotoren hoher Leistung ernste Konkurrenten entstanden wären. Diese neue Art von Triebwerken hat den großen Vorzug, höhere Leistungen als die der bisher üblichen Kolbenmotoren auf einfachere und somit billigere Weise zu erreichen; außerdem sind sie leichter und haben – was im Flugzeugbau sehr wichtig ist – kleinere Baumaße, so daß ihr Luftwiderstand geringer ist.

Das Prinzip dieser Triebwerke beruht darauf, Luft durch einen Kompressor zu verdichten und durch

Verbrennen von eingespritztem Treibstoff in besonderen Brennkammern stark zu erhitzen. Die durch die Erwärmung gesteigerte Arbeitsfähigkeit wird zum Teil durch eine Turbine für den Antrieb des Kompressors verbraucht; der Rest steht für den Vortrieb zur Verfügung, entweder indem ein Strahl heißer Gase mit sehr hoher Geschwindigkeit aus einer Düse austritt und einen Schub erzeugt, oder indem eine Turbine größerer Leistung auf einen Propeller wirkt; in diesem Falle können die Abgase noch einen zusätzlichen Schub erzeugen. Da in den Brennkammern infolge guter Kühlung durch eine geschickte Luftführung sehr große Brennstoffmengen verarbeitet werden können, da ferner die Brennkammern aus leichten Blech-Preßteilen bestehen und die sich bewegenden Maschinenteile nur eine rotierende und keine oszillierende (hin und her) Bewegung wie beim Kolbenmotor ausführen, erreichen die Gasturbinen – sei es für Strahltriebwerk oder für Propellerantrieb – im Verhältnis zu ihrer Leistung ein so niedriges Gewicht und eine so kleine Stirnfläche, wie sie bei Kolbenmotoren wahrscheinlich nie erreicht werden können. Dies ist der Grund, weshalb die schnellsten Jagdflugzeuge der Welt heute durchweg «Düsenjäger» sind und weshalb der Schnelligkeits-Weltrekord des britischen Jagdflugzeuges «Gloster-Meteor» nur mit einem Strahltriebwerk erreicht werden konnte; denn die erreichbare Geschwindigkeit ist – bei gegebenen Daten für das Flugzeug selbst – nur eine Frage der aufgewendeten Leistung.

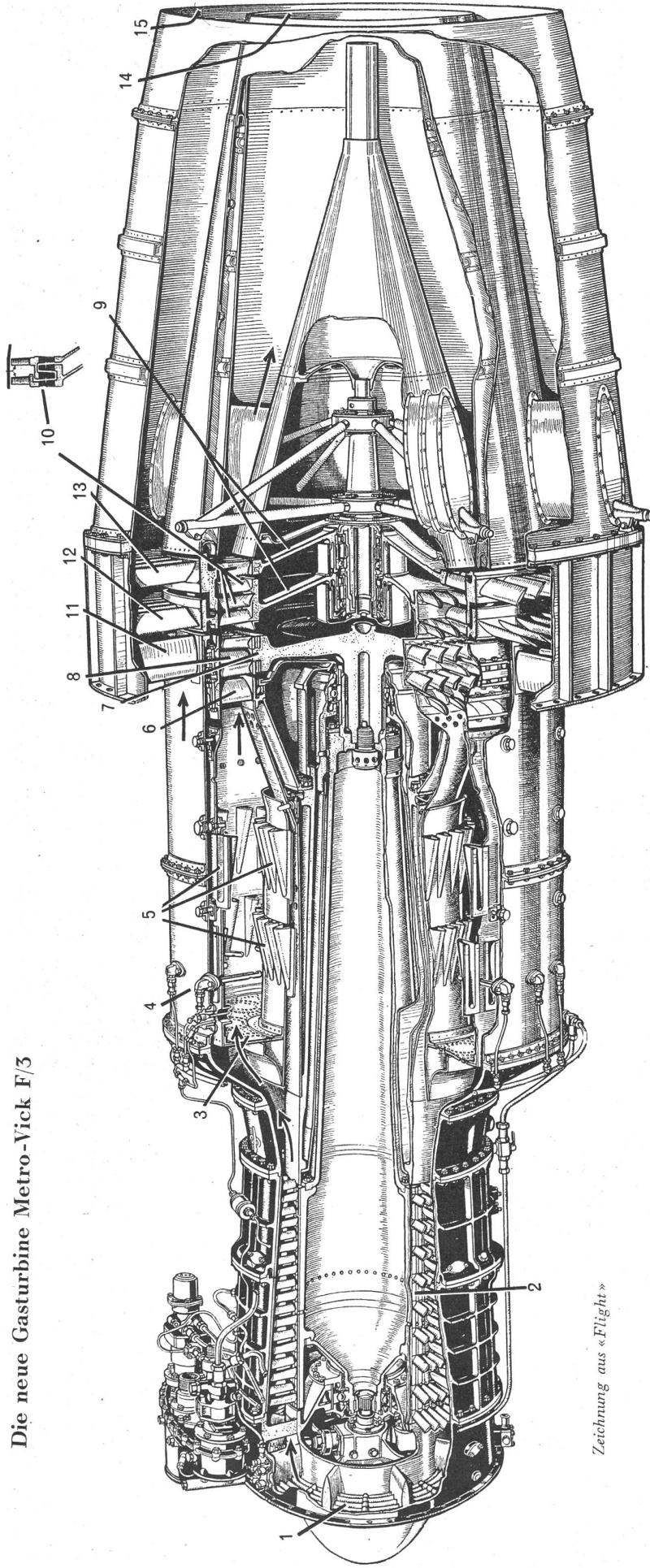
Bei den Flugzeug-Gasturbinen ist in bezug auf den verwendeten Kompressor zwischen zwei Arten zu unterscheiden. Die eine verwendet *Radialgebläse* (Schleudergebläse), bei denen die gewünschte Verdichtung der Luft durch die Schleuderwirkung eines mit 8000 bis 10 000 Umdrehungen in der Minute umlaufenden und mit radialen Rippen besetzten Rades bewirkt wird. Am Umfang des Gebläserades wird der Luftstrom durch Kanäle aufgenommen, mittels besonderer Schaufeln umgelenkt und in die einzelnen Brennkammern geleitet, die rings um die gemeinsame Welle von Gebläse und Turbine angeordnet sind. Eine Anlage dieser Art war das Strahltriebwerk der englischen Firma Rolls-Royce vom Typ «Derwent», mit dem der erwähnte Schnelligkeits-Weltrekord des «Gloster-Meteor» aufgestellt wurde, und aus dem ein neuer Typ mit noch größerer Leistung entwickelt wurde. Da die an sich schon hohe Drehzahl von Turbine und Gebläse nicht noch beliebig weiter gesteigert werden kann, und da zur Erzielung des gewünschten Druckes der Verbrennungsluft der Durchmesser des Gebläserades einen bestimmten Betrag nicht unterschreiten darf, ist hierdurch das Mindestmaß für den Durchmesser der Gesamtanlage praktisch bestimmt.

Diesen Nachteil vermeiden die Triebwerke mit *Axial-Kompressor*. Bei dieser Art von Kompressoren wird die Verdichtung der Luft durch mehrere

Kränze von Schaufeln bewirkt, die auf einer gemeinsamen Welle sitzen. Axialkompressoren sind somit die Umkehrung einer mehrstufigen Turbine; sie haben gegenüber den soeben beschriebenen Radial-Gebläsen den Vorzug des kleineren Durchmessers und außerdem den Vorteil, größere Luftmengen verarbeiten zu können. Die neueste Ausführung einer Gasturbinen-Anlage dieser Art für Flugzeugantrieb ist die Konstruktion der englischen Firma Metropolitan-Vickers (Metro-Vick), deren Konstrukteure behaupten, im Verhältnis zur erreichten Schubeinheit den kleinsten Turbinen-Durchmesser erzielt zu haben. Ihre Anlage weist außerdem noch eine bemerkenswerte Einzelheit auf, durch die – nach den Angaben der Firma – eine Verringerung des spezifischen Verbrauchs um 35 Prozent gegenüber den bisher in Betrieb befindlichen Strahltriebwerken erreicht wird. Die Vortriebswirkung eines Strahltriebwerkes beruht bekanntlich darauf, daß Luft nach rückwärts beschleunigt wird. Beim üblichen Strahltriebwerk wird verhältnismäßig *wenig* Luft sehr *stark* beschleunigt. Versuche haben jedoch ergeben, daß der Vortriebswirkungsgrad bei «niedrigen» Geschwindigkeiten bis zu etwa 600 km in der Stunde besser wird, wenn *größere* Luftmengen *weniger stark* beschleunigt werden. Von dieser Feststellung ausgehend, bauten die Konstrukteure hinter der Turbine, die den Kompressor antreibt, noch eine zweite Turbine ein, die außerhalb von ihrem Schaufelkranz einen Kranz von Gebläseschaufeln trägt. Dieses Gebläse erzeugt einen zweiten Luftstrom, der wie ein Mantel die Düse des Strahltriebwerkes umfaßt und somit auch den heißen Kern der Abgase umschließt. Ein zusätzlicher Gewinn dieser Ausführung ist eine starke Geräuschdämpfung, die für den Flugbetrieb als besonders wichtig angesehen wird. Besonders bemerkenswert ist an dieser Ausführung, daß die erwähnte zweite Turbine und das direkt mit ihr vereinte Gebläse aus zwei Teilen bestehen, die sich in entgegengesetztem Sinne drehen.

Die Überlegenheit der Turbo-Triebwerke für Flugzeuge gegenüber dem Kolbenmotor in bezug auf Leistung, Gewicht und Raumbedarf steht heute außer Zweifel. Noch nicht einig sind sich die Fachleute aber über die Wirtschaftlichkeit, da der Kolbenmotor im Treibstoffverbrauch noch nicht unterboten worden ist und für gewisse Flugbedingungen angeblich auch nicht unterboten werden kann. Zwar arbeiten die Turbotriebwerke mit erheblich billigerem Treibstoff als die auf hochwertige Benzine angewiesenen Kolbenmotoren, aber der Unterschied im mengenmäßigen Verbrauch *kann* bei sehr weiten Entfernungen, die ohne Zwischenlandung zurückzulegen sind, sowohl im zivilen als auch im militärischen Flugbetrieb alle anderen Vorteile wieder aufwiegen. Entschieden wird diese Frage wohl dadurch, in welcher Höhe und bei welcher Geschwindigkeit im Einzelfall geflogen werden soll.

Die neue Gasturbine Metro-Vick F/3



Zeichnung aus «Flight»

Schnittzeichnung durch die neue Gasturbine F/3 der Metropolitan-Vickers Werke, die sich gegenüber den bisher in Betrieb befindlichen Konstruktionen durch eine 3-prozentige Verringerung des spezifischen Brennstoffverbrauches auszeichnet. Die Anlage arbeitet mit einem Axialkompressor von neun Stufen und mit einer Turbine von zwei Stufen. Außerdem enthält sie noch eine zweite Turbine mit zwei gegenläufigen Scheiben und je zwei Schaufelkränzen, die direkt mit zwei außen liegenden Gebläsestufen verbunden sind. Auf diese Weise wird noch ein zweiter, den heißen Abgasstrahl anschließender Luftstrahl erzeugt und hierdurch beim Start sowie bei niedrigen Fluggeschwindigkeiten eine größere Schubkraft erzielt.

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1 Lufteintritt 2 Axialkompressor 3 Öffnungen für den Eintritt des Luftstromes in die Brennkammer 4 Brennstoff-Einspritzvorrichtung 5 Öffnungen für den Eintritt des Kühlluftmantels zu den Verbrennungsgasen 6 Leitschaufeln der ersten Turbine 7 Zweistufige Turbine für den Antrieb des Kompressors | <ol style="list-style-type: none"> 8 Feststehende Leitschaufeln zwischen den beiden Turbinenstufen 9 Scheiben der zweiten Turbine für den Antrieb des zusätzlichen Gebläses 10 Schaufeln der gegenläufigen Turbinenscheiben 11 Leitschaufeln des Gebläses 12 Erster Schaufelkranz des Gebläses 13 Zweiter (gegenläufig drehender) Schaufelkranz des Gebläses 14 Düse für den Abgasstrahl 15 Düse für den zusätzlichen Luftstrahl |
|---|--|